

Q 82120  
GY 9700545-3

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-061973

(43)Date of publication of application : 12.03.1993

(51)Int.Cl.

G06F 15/68  
A61B 5/055  
A61B 6/03  
G06F 15/18  
G06F 15/62

(21)Application number : 03-246672

(71)Applicant : SHIMADZU CORP

(22)Date of filing : 30.08.1991

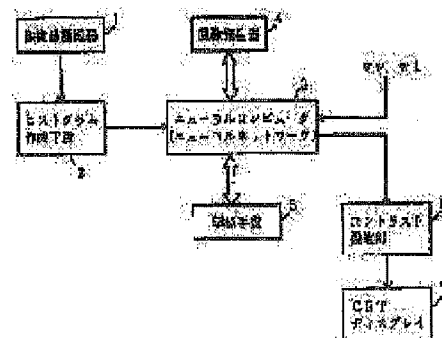
(72)Inventor : KAWASAKI TAKESHI

### (54) MEDICAL IMAGE DISPLAY DEVICE

#### (57)Abstract:

PURPOSE: To appropriately set the contrast of every kind of medical image.

CONSTITUTION: This device is equipped with a means 2 which generates the density histogram of the medical image, a neural network 3 which finds a window widows (WW) and a window level(WL) that is parameters when contrast is adjusted by performing the load sum calculation of the data of the density histogram, and a leaning means 5 which decides a load to acquire the WW and WL appropriately, respectively by learning a various kinds of density histograms. The contrast in accordance with a various kinds of images can be set by calculating the neural network 3 by using the load decided by the learning means 5.



### LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 03.03.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2616520

[Date of registration] 11.03.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

11.03.2003

**\* NOTICES \***

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

[Claim(s)]

[Claim 1] Window WIDOUSU and the window level which are the parameter of contrast adjustment of the image picturized by the diagnostic imaging device A means to create the gray level histogram of the image which is the medical-application image display device set up to a display image, and was picturized by said diagnostic imaging device, With the neural network who does load sum count of the data of said created gray level histogram, and outputs said window WIDOUSU and window level The medical-application image display device characterized by having a study means to learn and determine said neural network's load based on the gray level histogram of a variety of images.

---

[Translation done.]

## \* NOTICES \*

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the medical-application image display device which displays the image of the analyte picturized using diagnostic imaging devices, such as an X-ray CT scanner and nuclear-magnetic-resonance fault image pick-up equipment (henceforth MRI equipment), and relates to the technique for adjusting the contrast of the image displayed especially.

[0002]

[Description of the Prior Art] Contrast adjustment of the image displayed on monitors, such as a CRT display, is performed by setup with the window level (it abbreviates to WL hereafter) and window WIDOUSU (it abbreviates to WW hereafter) in the gray level histogram of an image. The trackball for adjusting WL and WW to the image display device with which the monitor was installed in fact is prepared, and a doctor, an engineer, etc. who perform the interpretation of radiogram of an image are performing contrast adjustment of the image which operates a trackball and is displayed on the monitor. In this case, a gray level histogram is not displayed, and a setup with WL and WW by actuation of a trackball is processed inside equipment, and is reflected in a display image. WW and WL are explained referring to a drawing below.

[0003] Drawing 10 has illustrated the gray level histogram of the image of the analyte picturized by the diagnostic imaging device. As everyone knows, a gray level histogram takes out the concentration value of each pixel of an image, counts the concentration value and is created. A CRT display is mentioned as an example as equipment which displays the image expressed with such a gray level histogram. Generally the display gradation value of a CRT display is. Since it is 256 gradation, the width of face of the concentration value which is the axis of abscissa of a gray level histogram is applied to maximum from the minimum value. It is divided into 256. Above WW is the parameter which sets the width of face of this concentration value as arbitration, and WL shows the thing of the central value of WW.

[0004] Contrast adjustment is performed towards clarifying the light-and-darkness difference of a part (for example, focus part) to carry out the interpretation of radiogram and the part of the perimeter. Suppose that he wants to clarify now the light-and-darkness difference of the field of A of a gray level histogram shown in drawing 10. As mentioned above, the concentration value of a gray level histogram is the whole. Although divided into 256, it is the concentration value of the part of this field A. If it divides into 256, the concentration difference in Field A will become remarkable, and a light-and-darkness difference will become clear. Namely, what is necessary is to set WW as the field A and just to set WL as the central value. It had set up in the former, having operated the above-mentioned trackball for this setup of WW and WL to arbitration, and looking at contrast change of a display image.

[0005] By this approach, the contrast adjustment by actuation of a trackball is needed to every sheet of a display image. Since a concentration value is large and especially the image picturized using MRI equipment changes with the image pick-up approach, the parameters at the time of an image pick-up (pulse sequence etc.), or image pick-up parts, the contrast adjustment to every sheet of a display image is indispensable. However, request of wanting to attain shortening of inspection time amount tends to increase from improvement in the throughput of inspection, or a

patient's derating, and if a certain amount of contrast adjustment can be performed, it will be said that it is good in many cases. Then, the technique for setting contrast automatically is developed.

[0006] It asks for the function expression (henceforth a valuation plan) which performs concentration conversion for acquiring first the value of WW and WL judged to be suitable on the average according to the image pick-up approach, an image pick-up parameter, and an image pick-up part in contrast automatic setting of the image picturized with MRI equipment. And the gray level histogram of the picturized image is created, this is given to said valuation plan for which it asked, and WW and WL are obtained. Contrast adjustment with extent suitable [ that a doctor and a way person should just choose the valuation plan according to the image pick-up approach, an image pick-up parameter, and an image pick-up part ] which is this is performed automatically. Of course, although fine tuning by hand control which was mentioned above to the case where he wants to adjust contrast finely is performed, it is the automatic setting technique which can exclude the contrast adjustment by troublesome hand control in the case where that is not right, and is often used.

[0007]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] However, the image pick-up approach and image pick-up parameter in MRI equipment are very various, and a serious activity draws a valuation plan to these all. In addition, a new thing is developed every day every moment toward the purpose of shortening of imaging time, and the image pick-up approach and an image pick-up parameter have the fault that it cannot respond immediately to the image picturized with the new image pick-up approach or the image pick-up parameter. Also to not restricting only to MRI equipment, but an X-ray CT scanner, it is the same and it has become a serious activity to draw each valuation plan according to the class of the X-ray intensity which carries out exposure to analyte, or scanning location.

[0008] This invention is made in view of such a situation, and aims at offering the medical-application image display device which can set automatically the contrast which canceled the above-mentioned fault.

[0009]

[Means for Solving the Problem] This invention takes the following configurations, in order to attain the above-mentioned purpose. This invention namely, window WIDOUSU and the window level which are the parameter of contrast adjustment of the image picturized by the diagnostic imaging device A means to create the gray level histogram of the image which is the medical-application image display device set up to a display image, and was picturized by said diagnostic imaging device, With the neural network who does load sum count of the data of said created gray level histogram, and outputs said window WIDOUSU and window level It is characterized by having a study means to learn and determine said neural network's load based on the gray level histogram of a variety of images.

[0010]

[Function] According to this invention, a study means learns and determines a neural network's load based on the gray level histogram of a variety of images. Using the load determined as a result of study, a neural network does load sum count of the gray-level-histogram data of an image, and outputs window WIDOUSU and a window level. Here, since window WIDOUSU and the window level which are outputted are the value calculated using the load of the result of having learned the gray level histogram of a variety of images, they serve as a suitable value corresponding to each image expressed with a different gray level histogram.

[0011]

[Example] Hereafter, one example of this invention is explained based on a drawing. Drawing 1 is the block diagram having shown the outline configuration of the medical-application image display device in this example. A histogram creation means 2 to ask for the gray level histogram of the image of the analyte picturized by the diagnostic imaging devices 1, such as an X-ray CT scanner and MRI equipment, The neural computer 3 (below) which carries out load sum count of the data of the created gray level histogram, and calculates the value of WW and WL this — a neural network 3 — calling — with a random number generator 4 and a study means 5 by which study determines a neural network's 3 load It has the contrast setting section 6 which performs

contrast adjustment of an image using the value of WW and WL which were calculated by the neural network 3, and CRT display 7 which displays an image.

[0012] As shown in the notional model of drawing 2, a neural network 3 has two or more neurone N (electronic parts which perform the same load sum processing as a nerve cell) in the shape of a layer, does network association of each neurone N by the joint hand called synaptic connection C, and is constituted. It considers as the three-layer model of the input layer A, the middle class B, and the output layer C, the input layer A is equipped with 30 neurone NA1-NA<sub>n</sub>, the middle class B is equipped with 20 neurone NB1-NB<sub>m</sub>, and two neurone NC1 and NC2 has and consists of this example in the output layer C. This number of layers and the number of neurone are not specified, but should just set up the number of arbitration. The number of the neurone of the output layer C is made into two pieces because the output value of such neurone NC1 and NC2 is equivalent to WW and WL. In addition, this neural network 3 may consist of hardware, and may be realized by software.

[0013] Actuation of the medical image display device in this example is roughly divided into two flow. first of all — (A) study means 5 — using — the weight of a neural network's 3 synaptic connection C — determining — a degree — (B) — the weight of the learned synaptic connection C is set as a neural network 3, and contrast adjustment of an actual image is performed. Study of the neural network of (A) is explained below.

[0014] [A-1] Input into the histogram creation means 1 the image used for study. It is desirable to input the thing of varieties over a large number as this image for study as much as possible. For example, if MRI equipment is used as a medical diagnostic device, they will be various kinds of images which changed the image pick-up approach and the image pick-up parameter, respectively, and picturized them. The histogram creation means 1 is the number of predetermined from the inputted image (for example, 4096 points). A gray level histogram as taken out a pixel value, and counted the number of pixels of the same value, for example, shown in drawing 10 is obtained. Here, a predetermined number of pixel values are taken out irrespective of the size of an image for making regularity the number of samplings for creation of a gray level histogram.

[0015] And usual The width of face from the minimum value of the concentration value of the gray level histogram currently divided into 256 to maximum is divided into 30. This is for making it correspond to the number of the neurone NA<sub>n</sub> a neural network's 3 input layer A, takes the average of the concentration value which a gray level histogram adjoins several times, and divides a concentration value into 30.

[0016] Next, the histogram creation means 1 is standardized so that it may be easy to learn the created gray level histogram by the neural network 3. The purpose of study is to make the neural network who can set up optimal WW and WL uniformly also to the gray level histogram of all patterns. Since the gray level histogram of all patterns is made to learn, the maximum of the concentration value of a gray level histogram, the minimum value, and the maximum and the minimum value of the number of counts are specified, and only a pattern is made to learn. Standardization of a gray level histogram is processing for it. For example, it is performed as follows.

[0017] Drawing 3 (a) Each number of counts is changed so that the maximum number of counts Y1 of the axis of ordinate of a gray level histogram as shown may be set to "1." Similarly the maximum concentration value X2 of the axis of abscissa divided into 30 is specified to "1", and the minimum concentration value X1 is specified to "0." In this way, having been standardized is this drawing (b). It is a gray level histogram as shown. Drawing 4 (a) When the above standardization is performed to the shown gray level histogram, it is this drawing (b). It came to be shown.

[0018] [A-2] Explain below study processing of the neural network 3 by the study means 5, referring to the flow chart of drawing 5 and drawing 6. The flow of one study processing is shown in these flow charts.

[0019] First, a random number is generated towards a neural network 3 at step S1 of drawing 5 from the random number generator 4 shown in drawing 1, and let the random-number value be the weight of synaptic connection C which has combined each neurone N. The following study processings are performed by making into initial value weight set up here, and final weight is

determined. In addition, as shown in drawing 7 for simplification of explanation, each class observes the  $i$ -th neurone. However,  $i$  changes to  $1-n$  of the neurone  $NA_i$  of an A horizon,  $i$  changes to  $1-m$  of the neurone  $NB_i$  of a B horizon, and  $i$  of the neurone  $NC_i$  of C layer changes with 1 and 2.

[0020] The weight of the synaptic connection which combines the neurone  $NA_i$  of the input layer A and Interlayer's B neurone  $NB_i$  which were set up with the random number generator 4 is expressed with  $W_{ii}$ , and the weight of the synaptic connection which combines Interlayer's B neurone  $NB_i$  and the neurone  $NC_i$  of the output layer C is expressed with  $W_{ji}$ .

[0021] Each histogram data (concentration value  $\times$  number of counts) is inputted into the neurone  $NA_i$  of the input layer A for the gray level histogram of a certain image standardized with the histogram generation means 2 of drawing 1. Set the value of this histogram data to  $XA_i$ , and let this be the neurone value of Neurone  $NA_i$  (step S2).

[0022] At step S3, it is the neurone value  $XB_i$  of each neurone  $NB_i$  of Interlayer B. The following formula (1) and (2) It computes.

$XB_i = \text{sigma}(XA_i \times W_{ii}) \dots (1)$  — this (1) sigma of the right-hand side of a formula asks for the total when changing  $i$  to  $1-n$ , and computes first the load sum of the neurone  $NA_i$  of the input layer A, and the weight  $W_{ii}$  of synaptic connection.

$XB_i = f(XB_i) = 1/(1 + \text{Exp}(XB_i)) \dots (2)$  Next, this (2) A formula is used and it is (1). It is sigmoid function  $f(X)$  about the load sum computed by the formula. The neurone value  $XB_i$  of Neurone  $NB_i$  is computed by substituting. A sigmoid function is expressed with  $f(X) = 1/(1 + \text{Exp}(X))$ .

[0023] In step S4, the neurone value  $XC_i$  of each neurone  $NC_i$  of the output layer C is computed like step S3. (1) Namely, (2) (The 3) as a formula, and (4) The neurone value  $NC_i$  is computed using a formula. [ same ]

$XC_i = \text{sigma}(XB_i \times W_{ji}) \dots (3)$   $XC_i = f(XC_i) = 1/(1 + \text{Exp}(XC_i)) \dots (4)$  [0024] It stores in each of these computed neurone values and the memory which does not illustrate  $XA_i$ ,  $XB_i$ , and  $XC_i$  (step S5).

[0025] Although the neurone value  $NC_i$  ( $i = 2$ ) which was spread from the input layer A as mentioned above, and appeared in the output layer C is set to  $WW$  and  $WL$  in a neural network 3, respectively, since the weight  $W_{ii}$  and  $W_{ji}$  of the synaptic connection when being spread is the value set up by the random numbers, it does not give now  $WW$  with the optimal neurone value  $NC_i$  outputted here, and  $WL$ . In the following processings, study based on  $WW$  by decision of an expert and  $WL$  is performed, and the weight of synaptic connection is determined. This study approach is based on the back pro vacation method (the reverse spreading method) generally used.

[0026] The averages  $ww$  and  $wl$  of  $WW$  and  $WL$  by which I had those experts (a doctor, way person, etc.) do contrast adjustment, and the everybody at that time set as them how many images expressed with step S6 by the gray level histogram inputted at step S2 are calculated. And this is inputted into the neurone  $NC_i$  of the output layer C.

[0027] At step S7, the values  $XC_i$  and  $ww$  of the neurone  $NC_i$  of the output layer C and a difference with  $wl$  are computed, and the study signal  $DC_i$  is computed in quest of the error  $E_{ci}$  of Neurone  $NC_i$ ,  $E_{ci} = NC_i - ww(wl)$ . In the case of the neurone  $NC_i$  of the output layer C, it is

[0028] from which the error  $E_{ci}$  computed here becomes the study signal  $DC_i$  as it is ( $DC_i = E_{ci}$ ). At step S8, the study signal  $DB_i$  is computed in quest of the error  $E_{bi}$  which each neurone  $NB_i$  of Interlayer B should undertake. Error  $E_{bi}$  is the following (5). It computes using a formula.

$E_{bi} = \text{sigma}(W_{ji} \times DC_i) \dots (5)$  — this (5) A formula is a formula which asks for the load sum of the weight  $W_{j1}$  and  $W_{j2}$  of the synaptic connection which connects Interlayer's B neurone  $NB_i$ , and the neurone  $NC_i$  ( $i = 2$ ) of the output layer C, and the study signal  $DC_i$  of the neurone  $NC_i$  of the output layer C, as shown in drawing 8. This becomes the error  $E_{bi}$  which should undertake Neurone  $NB_i$ .

[0029] Next, following (6) The study signal  $DB_i$  of Neurone  $NB_i$  is computed using a formula.

$DB_i = E_{bi} \times f'(XB_i) \dots (6)$  — this (6)  $f'(XB_i)$  of a formula Differential form  $f'(X)$  of the aforementioned sigmoid function It is the formula which carries out the multiplication of the error  $E_{bi}$  for which substituted load sum  $XB_i = \text{sigma}(XA_i \times W_{ii})$  of the neurone  $NB_i$  for which it asked at said step S3, and this was asked at step S8. The study signal  $DB_i$  of each neurone  $NB_i$  of Interlayer B is computed now.

[0030] In step S9, the study signal  $DA_i$  is computed in quest of the error  $E_{ai}$  which each neurone

NAi of the input layer A should undertake similarly. (5) Namely, (6) The following (the 7) as a formula, and (8) A formula is used. [ same ]

$E_{ai} = \sum (W_{ji} DB_i) \dots (7) DA_i = E_{ai} f'(X_{Ai}) \dots (8)$  [0031] Drawing 9 is referred to. The error  $E_{ai}$  which the neurone  $NA_i$  of the input layer A should undertake is acquired by the load sum of the weight  $W_{ji}$  ( $j=1-m$  of the 2nd character) of the synapse convenience which connects Neurone  $NA_i$  and Interlayer's B neurone  $NB_i$  ( $i=1-m$ ), and the study signal  $DB_i$  ( $i=1-m$ ) of the neurone  $NB_i$  computed at step S8. And the study signal  $DA_i$  is differential  $f'(X_{Ai})$  of a sigmoid function, however  $X_{Ai}$  to the acquired error  $E_{ai}$ . The multiplication of the value of the histogram data (concentration value x number of counts) inputted into Neurone  $X_{Ai}$  is carried out, and it is obtained.

[0032] At step S10, the weight  $W_{ii}$  and  $W_{ji}$  of synaptic connection C is changed using the study signal and neurone value which carried out [ above-mentioned ] calculation. (Following 9) and following (10) types are used for modification of weight.

$\Delta W_{ii}(n+1) = \alpha (DB_i X_{Ai}) + \beta (\Delta W_{ii}(n)) \dots (9)$  This (9) In a formula, Sign  $n$  shows the count of modification and the study constant by which  $\alpha$  is set as arbitration, and  $\beta$  show the stabilization constant set as arbitration.  $\Delta W_{ii}(n+1)$  shows the value of weight changed this time, and is  $\Delta W_{ii}(n)$ . The value of weight changed last time is shown. There is nothing and the value of weight changed last time since it was now and the 1st study is  $\Delta W_{ii}(n)$ . It is zero. That is, the weight  $W_{ii}$  which connects the neurone  $NA_i$  of the input layer A and Interlayer's B neurone  $NB_i$  is changed into the value computed by  $\alpha (DB_i X_{Ai})$ .

[0033]

$\Delta W_{ji}(n+1) = \alpha (DC_i X_{Bi}) + \beta (\Delta W_{ji}(n)) \dots$  The same is said of this (10) (10) type, and the weight  $W_{ji}$  of the synaptic connection which connects Interlayer's B neurone  $NB_i$  and the neurone  $NC_i$  of the output layer C is changed into the value computed by  $\alpha (DC_i X_{Bi})$ .

[0034] One study ends the weight of the synaptic connection which combines the neurone of each class as mentioned above by changing once. the value of the weight obtained by the above-mentioned processing in the 2nd study — (9),  $\Delta W_{ii}(n)$  of (10) types, and  $\Delta W_{ji}(n)$  It is substituted and calculated.  $\alpha$  of (9) and (10) types and  $\beta$  are set up so that the value of Error  $E_{ai}$ ,  $E_{bi}$ , and  $E_{ci}$  may be supervised and a value with error may decrease in the process which repeats this many times.

[0035] As mentioned above, the purpose of this study is to set up optimal  $WW$  and  $WL$  uniformly also to the gray level histogram of all patterns. Therefore, prepare the image expressed with a different gray level histogram of two or more sheets, these images are made to learn over many times, and the weight  $W_{ii}$  and  $W_{ji}$  of final synaptic connection is determined. At this time, it is desirable to change the entry sequence foreword of a different image, respectively, and to make it learn. For example, after inputting the image of ten sheets one after another and finishing one study, respectively, the list of the image of ten sheets is changed and inputted in the case of the 2nd study. This is because a neural network 3 learns the list of an image and determines the weight of synaptic connection according to it.

[0036] it assumes, also when the image with which concentration values differ in actually performing contrast adjustment of an image using the learned neural network 3 is inputted at random — it is kicked, and if it is \*\*, there is nothing. Also for the reason, it is desirable to make the list of an image change and learn. this invention person is the image pick-up approach which is different about this study, MRI image picturized with a different image pick-up parameter 206 sheets were prepared, and 30,000 study was performed, changing the list of each image. Consequently, even if it inputted at random the image with which concentration values differ by using the weight  $W_{ii}$  and  $W_{ji}$  of the set-up synaptic connection, contrast suitable on the average was acquired for each.

[0037] Now, if study processing finishes and the weight  $W_{ii}$  and  $W_{ji}$  of a neural network's 3 synaptic connection is determined, contrast adjustment of an actual image will be performed using the neural network 3 (processing described with the above-mentioned sign (B)). [B-1] Create the gray level histogram which inputted into the histogram creation means 2 which showed the data of a display image in drawing 1 first, and was standardized, and input this into a neural network 3.

[0038] [B-2] A neural network 3 performs processing from step S2 of the flow chart shown in



drawing 5 to step S4, and calculates the value of the neurone 1 and NC 2 of the output layer C, and XC1 and XC2. These neurone values XC1 and XC2 turn into a value of WW and WL. Although the value of ww by the expert and wl was inputted into the neurone NC1 and NC2 of the output layer C at step S6 of the flow chart shown in drawing 5, if ww is inputted and learned to neurone NC 1 at this time, it will be set to WW which the value XC1 of neurone NC 1 calculates, and will become the value of WL which the value XC2 of neurone NC 2 calculates.

[0039] However, WW calculated here and WL are WW(s) and WL(s) to the gray level histogram by which specification was carried out. Since standardization of such a gray level histogram is not performed, the image actually displayed on CRT display 6 changes said calculated WW and WL so that it can respond to it. The following (11) and (12) It carries out using a formula.

$WW' = WW(X2 - X1) \dots (11)$   $WL' = WL(X2 - X1) + X1 \dots (12)$  [0040] The signs X1 and X2 of an upper type are (a) of drawing 3. They are the minimum value of the shown concentration value, and the thing of maximum. With the histogram creation means 1, since the width of face "X2-X1" of the minimum value of a gray level histogram and maximum was set as "1-0=1" in order to standardize, in order to return this, the multiplication of (X2-X1) is carried out to obtained WW. The value WW' becomes window WIDOUSU to an actual image. WL — also receiving — being the same (X2-X1) — multiplication is carried out and X1 is added further. This has specified X1 to "0", as shown in drawing 3 (b), and in order to amend this, it adds X1. Obtained value WL' is a window level to an actual image.

[0041] The previously and this invention person is an MRI image. 206 sheets are prepared, and the processing time when asking for WW' of an actual image and WL' further using this neural network 3, although the purport publication was carried out which performed 30,000 study is indicated below by reference, changing the list of each image. Number of pixels 128x128 With the image of size, it is about 0.29 seconds. 256x256 The image of size is also the same and it is 0.29 seconds. 512x512 By the image of size, it is about 0.43 seconds. By such short time amount, WW' suitable on the average and WL' were obtained.

[0042] It is sent to obtained WW' and the contrast setting section 6 which showed WL' to drawing 1. The contrast setting section 5 sets up the WW' and WL' to an input image, and indicates by the output at CRT display 7.

[0043] If a doctor and a way person look at the displayed image and it is judged that contrast adjustment is still more nearly required, as indicated for the conventional example, fine tuning by hand control will be performed, but if there is especially no need for fine tuning, it will become the contrast automatic setting without entire manual operation. Moreover, since it is in the condition that contrast adjustment suitable on the average was performed beforehand even if it tunes finely, the actuation becomes easy.

[0044]

[Effect of the Invention] By study based on the gray level histogram of a variety of images, the medical-application image display device of this invention determined a neural network's load, carries out load sum count of the gray-level-histogram data of an image using the determined load, and obtained window WIDOUSU and the window level which are the parameter of a contrast setup so that clearly from the above explanation. Therefore, suitable window WIDOUSU and the suitable window level for each are obtained also to the image expressed with a different gray level histogram. Since it is not necessary to draw the valuation plan according to the class of image and and study based on the gray level histogram of a variety of images is performed like before, it can respond also to the image of a new class immediately, and suitable contrast can be set automatically.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

JP0 and NCIP1 are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.\*\*\* shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

---

**DESCRIPTION OF DRAWINGS**

---

**[Brief Description of the Drawings]**

**[Drawing 1]** It is the block diagram having shown the rough configuration of the medical-application image display device concerning one example of this invention.

**[Drawing 2]** It is drawing which modeled a neural network's configuration notionally.

**[Drawing 3]** It is drawing explaining standardization processing of a gray level histogram.

**[Drawing 4]** It is drawing which similarly explains standardization processing of a gray level histogram.

**[Drawing 5]** It is the flow chart which showed the flow of one study processing.

**[Drawing 6]** It is a flow chart following drawing 5 .

**[Drawing 7]** It is drawing which modeled a part of a neural network's configuration notionally.

**[Drawing 8]** It is the model Fig. of the neural network who showed the situation of study by the back pro vacation method.

**[Drawing 9]** Similarly, it is the model Fig. of the neural network who showed the situation of study by the back pro vacation method.

**[Drawing 10]** In the conventional technique, it is a gray level histogram explaining window WIDOUSU which is the parameter of contrast adjustment of an image, and a window level.

**[Description of Notations]**

- 1 ... Diagnostic imaging device
- 2 ... Histogram creation means
- 3 ... Neural network
- 5 ... Study means

---

**[Translation done.]**

Q 82120

GY 97005 NS-3

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-61973

(43)公開日 平成5年(1993)3月12日

|                          |         |         |              |        |
|--------------------------|---------|---------|--------------|--------|
| (51)Int.Cl. <sup>5</sup> | 識別記号    | 庁内整理番号  | FI           | 技術表示箇所 |
| G 0 6 F 15/68            | 3 1 0   | 8420-5L |              |        |
| A 6 1 B 5/055            |         |         |              |        |
| 8/03                     | 3 6 0 C | 8826-4C |              |        |
| G 0 6 F 15/18            |         | 8945-5L |              |        |
|                          |         | 7831-4C |              |        |
|                          |         |         | A 6 1 B 5/05 | 3 8 0  |

審査請求 未請求 請求項の数1(全 9 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平3-246672

(22)出願日 平成3年(1991)8月30日

(71)出願人 000001993  
株式会社島津製作所  
京都府京都市中京区西ノ京桑原町1番地

(72)発明者 川崎 健史  
京都市中京区西ノ京桑原町1番地 株式会  
社島津製作所三条工場内

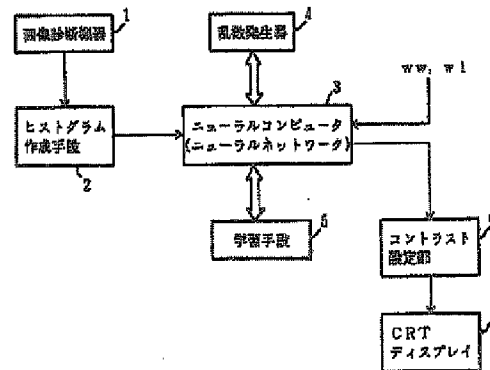
(74)代理人 弁理士 杉谷 勉

(54)【発明の名称】 医療用画像表示装置

(57)【要約】

【目的】 あらゆる種類の医用画像のコントラストを適宜に設定する。

【構成】 医用画像の濃度ヒストグラムを作成する手段2と、濃度ヒストグラムのデータを荷重和計算してコントラスト調整時のパラメータであるウィンドウ・ウィドウス(WW)とウィンドウ・レベル(WL)とを求めるニューラルネットワーク3と、多種多様の濃度ヒストグラムを学習してそれぞれに適宜なWW, WLとを得るための前記荷重を決定する学習手段5とを備える。この学習手段5で決定した荷重を用いてニューラルネットワーク3の計算を行えば、あらゆる種類の画像に対応したコントラストの設定が可能になる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 画像診断機器で撮像された画像のコントラスト調整のパラメータであるウィンドウ・ウィドゥスとウィンドウ・レベルとを、表示画像に対して設定する医療用画像表示装置であって、前記画像診断機器で撮像された画像の濃度ヒストグラムを作成する手段と、前記作成された濃度ヒストグラムのデータを荷重計算して前記ウィンドウ・ウィドゥスとウィンドウ・レベルとを出力するニューラルネットワークと、前記ニューラルネットワークの荷重を多種多様の画像の濃度ヒストグラムに基いて学習し決定する学習手段とを備えたことを特徴とする医療用画像表示装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】この発明は、X線CT装置や核磁気共鳴断層撮像装置（以下、MRI装置という）などの画像診断機器を用いて撮像された被検体の画像を表示する医療用画像表示装置に係り、特に、表示される画像のコントラストを調整するための技術に関する。

【0002】

【従来の技術】CRTディスプレイなどのモニタに表示された画像のコントラスト調整は、画像の濃度ヒストグラムにおけるウィンドウレベル（以下、WLと略す）とウィンドウ・ウィドゥス（以下、WWと略す）との設定により行われている。実際には、モニタが設置された画像表示装置にWLとWWとを調整するためのトラックボールが設けられており、画像の読影を行う医者や技師などがトラックボールを操作してモニタに表示されている画像のコントラスト調整を行っている。この場合において、濃度ヒストグラムが表示されることはなく、トラックボールの操作によるWLとWWとの設定は装置の内部で処理されて表示画像に反映されるようになってい

る。【0003】図10は画像診断機器で撮像された被検体の画像の濃度ヒストグラムを例示している。周知のとおり、濃度ヒストグラムは画像の各画素の濃度値を取り出し、その濃度値をカウントして作成される。このような濃度ヒストグラムで表される画像を表示する装置としてCRTディスプレイを例に挙げる。CRTディスプレイの表示階調値は一般に256階調であるから、濃度ヒストグラムの横軸である濃度値の幅は最小値から最大値にかけて256分割される。上記のWWはこの濃度値の幅を任意に設定するパラメータで、WLはWWの中心値のことを示している。

【0004】コントラスト調整は、読影したい部位（例えば、病巣部位）と、その周囲の部位との明暗差を明確にする方向で行われる。いま、図10に示した濃度ヒストグラムのAの領域の明暗差を明確にしたいとする。上述のように、濃度ヒストグラムの濃度値は全体で256分割

されているが、この領域Aの部分の濃度値を256分割すれば領域A内の濃度差は顕著になり明暗差は明確になる。すなわち、WWをその領域Aに設定し、WLをその中心値に設定すればよい。従来では、このWW、WLの設定を、前述のトラックボールを任意に操作して表示画像のコントラスト変化を見ながら設定していた。

【0005】この方法では、表示画像の1枚1枚に対し、トラックボールの操作によるコントラスト調整が必要となる。特に、MRI装置を使って撮像された画像は、撮像方法や撮像時のパラメータ（パルスシーケンス等）や撮像部位によって濃度値が大きく異なるため、表示画像の1枚1枚に対するコントラスト調整は不可欠である。しかし、検査のスループットの向上や患者の負担軽減から検査時間の短縮化を図りたいという要望は増加する傾向にあり、ある程度のコントラスト調整ができればそれでよいという場合も多い。そこで、コントラストの自動設定を行うための手法が開発されている。

【0006】MRI装置で撮像された画像のコントラスト自動設定では、まず、撮像方法や撮像パラメータ、撮像部位に応じて、平均的に適切であると判断されるWW、WLの値を得るための濃度変換を行う関数式（以下、評価式という）を求める。そして、撮像された画像の濃度ヒストグラムを作成し、これを前記求めた評価式に与えてWW、WLを得る。医者や術者は、その評価式を撮像方法や撮像パラメータ、撮像部位に応じて選択すればよく、これである程度の適切なコントラスト調整が自動的に行われる。もちろん、細かにコントラストの調整を行いたい場合に対しては上述したような手動による微調整が行われるが、そうでない場合では、わずらわしい手動によるコントラスト調整を省くことができ、しばしば用いられている自動設定手法である。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、MRI装置における撮像方法や撮像パラメータは、実に多種多様であり、これらの全てに対して評価式を導くのは大変な作業である。これに加え、撮像方法や撮像パラメータは撮像時間の短縮化という目的に向かって日々刻々と新たなものが開発されており、新たな撮像方法や撮像パラメータで撮像された画像に対して即座に対応することができないという欠点がある。MRI装置だけに限ることではなく、X線CT装置に対しても同様で被検体に曝射するX線強度やスキャン位置の種類に応じてそれぞれの評価式を導くのは大変な作業となっている。

【0008】この発明は、このような事情に鑑みてなされたものであって、上記の欠点を解消したコントラストの自動設定を行うことができる医療用画像表示装置を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】この発明は、上記目的を達成するために次のような構成をとる。すなわち、この

発明は、画像診断機器で撮像された画像のコントラスト調整のパラメータであるウィンドウ・ウィドウスとウィンドウ・レベルとを、表示画像に対して設定する医療用画像表示装置であって、前記画像診断機器で撮像された画像の濃度ヒストグラムを作成する手段と、前記作成された濃度ヒストグラムのデータを荷重と計算して前記ウィンドウ・ウィドウスとウィンドウ・レベルとを出力するニューラルネットワークと、前記ニューラルネットワークの荷重を多種多様の画像の濃度ヒストグラムに基づいて学習し決定する学習手段とを備えたことを特徴とする。

#### 【0010】

【作用】この発明によれば、学習手段が多種多様の画像の濃度ヒストグラムに基づいてニューラルネットワークの荷重を学習して決定する。ニューラルネットワークは学習の結果決定された荷重を用いて、画像の濃度ヒストグラムデータを荷重と計算し、ウィンドウ・ウィドウスとウィンドウ・レベルとを出力する。ここで、出力されるウィンドウ・ウィドウスとウィンドウ・レベルは、多種多様の画像の濃度ヒストグラムを学習した結果の荷重を用いて計算された値であるため、異なる濃度ヒストグラムで表されるそれぞれの画像に対応した適切な値となる。

#### 【0011】

【実施例】以下、この発明の一実施例を図面に基づいて説明する。図1は本実施例における医療用画像表示装置の概略構成を示したブロック図である。X線CT装置やMRI装置などの画像診断機器1で撮像された被検体の画像の濃度ヒストグラムを求めるヒストグラム作成手段2と、作成された濃度ヒストグラムのデータを荷重と計算してWW、WLの値を求めるニューラルコンピュータ3（以下では、これをニューラルネットワーク3と称する）と、乱数発生器4と、ニューラルネットワーク3の荷重を学習により決定する学習手段5と、ニューラルネットワーク3で求められたWW、WLの値を用いて画像のコントラスト調整を行うコントラスト設定部6と、画像を表示するCRTディスプレイ7とが備えられている。

【0012】ニューラルネットワーク3は、図2の概念的なモデルに示すように、複数個のニューロンN（神経細胞と同じような荷重と処理を行う電子部品）を層状に備え、各ニューロンNをシナプス結合Cと呼ばれる結合手でネットワーク結合して構成される。この例では、入力層A、中間層B、出力層Cの3層モデルとし、入力層Aには30個のニューロンNA1～NAnを備え、中間層Bには20個のニューロンNB1～NBmを備え、出力層Cには2個のニューロンNC1、NC2を備えて構成している。この層数およびニューロンの数は特定されず、任意の数を設定すればよい。出力層Cのニューロンの数を2個としているのは、これらのニューロンNC1、N

C2の出力値がWW、WLに相当するからである。なお、このニューラルネットワーク3はハードウェアで構成してもよいし、ソフトウェアで実現してもよい。

【0013】本実施例における医療画像表示装置の動作は大まかに2つの流れに分けられる。まずは、(A)学習手段5を用いてニューラルネットワーク3のシナプス結合Cの重みを決定し、次には、(B)その学習されたシナプス結合Cの重みをニューラルネットワーク3に設定して実際の画像のコントラスト調整を行う。(A)のニューラルネットワークの学習について以下に説明する。

【0014】[A-1]学習に用いる画像をヒストグラム作成手段1に入力する。この学習用画像としては、できる限り多種類のものを多数にわたって入力するのが望ましい。例えば、医療診断機器としてMRI装置を用いるならば、撮像方法や撮像パラメータを夫々変えて撮像した各種の画像である。ヒストグラム作成手段1は、入力した画像から所定の数（例えば、4096点）の画素値を取り出して、同じ値の画素数をカウントし、例えば、図10に示したような濃度ヒストグラムを得る。ここで、所定の数だけの画素値を取り出すのは、画像のサイズにかかわらず、濃度ヒストグラムの作成のためのサンプリング数を一定にするためである。

【0015】そして、通常256分割されている濃度ヒストグラムの濃度値の最小値から最大値までの幅を30分割する。これはニューラルネットワーク3の入力層AのニューロンNAnの個数に対応させるため、濃度ヒストグラムの隣接する濃度値の平均を数回とって、濃度値を30分割する。

【0016】次に、ヒストグラム作成手段1は、作成した濃度ヒストグラムをニューラルネットワーク3で学習しやすいように規格化する。学習の目的は、あらゆるパターンの濃度ヒストグラムに対しても一律に最適なWW、WLとを設定することができるニューラルネットワークを作ることにある。あらゆるパターンの濃度ヒストグラムを学習させることから、濃度ヒストグラムの濃度値の最大値や最小値、カウント数の最大値や最小値を規定してパターンのみを学習をさせる。濃度ヒストグラムの規格化はそのための処理である。例えば、次のようにする。

【0017】図3(a)に示したような、濃度ヒストグラムの縦軸の最大カウント数Y1が「1」となるように各カウント数を変換する。同様に、30分割された横軸の最大濃度値X2を「1」に規定し、最小濃度値X1を「0」に規定する。こうして規格化されたのが同図(b)に示すような濃度ヒストグラムである。図4(a)に示した濃度ヒストグラムに対して上記のような規格化を行うと、同図(b)に示したようになる。

【0018】[A-2]学習手段5によるニューラルネットワーク3の学習処理

以下、図5および図6のフローチャートを参照しながら説明する。これらのフローチャートには1回の学習処理の流れを示している。

【0019】まず、図5のステップS1で、図1に示した乱数発生器4からニューラルネットワーク3に向けて乱数を発生させ、その乱数値を各ニューロンNを結合しているシナプス結合Cの重みとする。ここで設定した重みを初期値として、以下の学習処理を実行し最終的な重みを決定していく。なお、説明の簡単化のため図7に示すように、各層ともにi番目のニューロンに注目する。ただし、A層のニューロンNAiのiは1~nまで変化し、B層のニューロンNBiのiは1~mまで変化し、C層のニューロンNCiのiは1, 2と変化する。

【0020】乱数発生器4で設定された入力層AのニューロンNAiと中間層BのニューロンNBiとを結合するシナプス結合の重みをWi iで表し、中間層Bのニュー

$$XB i = f(XB i') = 1 / (1 + \exp(-XB i')) \dots (2)$$

次に、この(2)式を用いて、(1)式で算出された荷重和をシグモイド関数f(X)に代入してニューロンNBiのニューロン値XB iを算出する。シグモイド関数はf(X) = 1 / (1 + exp(X)) で表される。

【0023】ステップS4では、ステップS3と同様に※

$$XC i = f(XC i') = 1 / (1 + \exp(-XC i')) \dots (4)$$

【0024】算出されたこれらの各ニューロン値、XA i, XB i, XC iを図示しないメモリにストアする(ステップS5)。

【0025】ニューラルネットワーク3では、以上のようにして、入力層Aから伝搬され出力層Cに現れたニューロン値NC i (i = 1, 2)をそれぞれWW, WLとするが、いま、伝搬されるときシナプス結合の重みWi i, Wj iは乱数で設定した値であるため、ここで出力されたニューロン値NC iが最適なWW, WLを与えるものではない。以下の処理では専門家の判断によるWW, WLに基づく学習を行ってシナプス結合の重みを決定する。この学習方法は一般的に用いられているバックプロパケーション法(逆伝搬法)による。

【0026】ステップS6では、ステップS2で入力した濃度ヒストグラムで表される画像を幾人かの専門家(医者や術者など)にコントラスト調整してもらい、そのときの各人が設定したWW, WLの平均値ww, wlを求める。そして、これを出力層CのニューロンNC iに入力する。

【0027】ステップS7で、出力層CのニューロンNC iの値XC iとww, wlとの差を算出して、ニューロンNC iの誤差Eciを求めて学習信号DC iを算出する。Eci = NC i - ww (wl)。出力層CのニューロンNC iの場合は、ここで算出された誤差Eciがそのまま学習信号DC iになる(DC i = Eci)

【0028】ステップS8で、中間層Bの各ニューロンNB iが負うべき誤差Ebiを求めて学習信号DB iを算

ニューロンNB iと出力層CのニューロンNC iとを結合するシナプス結合の重みをWj iで表す。

【0021】図1のヒストグラム生成手段2で規格化された、ある画像の濃度ヒストグラムを各ヒストグラムデータ(濃度値×カウント数)を入力層AのニューロンNA iに入力する。このヒストグラムデータの値をXA iとし、これをニューロンNA iのニューロン値とする(ステップS2)。

【0022】ステップS3で、中間層Bの各ニューロンNB iのニューロン値XB iを次の計算式(1), (2)で算出する。

$$XB i' = \sum (XA i \times Wi i) \dots (1)$$

この(1)式の右辺のΣはiを1~nまで変化させたときの総和を求めるもので、入力層AのニューロンNA iとシナプス結合の重みWi iとの荷重和をまず算出する。

※して、出力層Cの各ニューロンNC iのニューロン値XC iを算出する。すなわち、(1), (2)式と同様な(3), (4)式を用いてニューロン値NC iを算出する。

$$XC i' = \sum (XB i \times Wj i) \dots (3)$$

出する。誤差Ebiは次の(5)式を用いて算出する。

$$Ebi = \sum (Wj i \times DC i) \dots (5)$$

この(5)式は、図8に示すように、中間層BのニューロンNB iと、出力層CのニューロンNC i (i = 1, 2)とをつなぐシナプス結合の重みWj 1, Wj 2と、出力層CのニューロンNC iの学習信号DC iとの荷重和を求める式である。これがニューロンNB iの負うべき誤差Ebiになる。

【0029】次に、以下の(6)式を用いてニューロンNB iの学習信号DB iを算出する。

$$DB i = Ebi \times f'(XB i') \dots (6)$$

この(6)式のf'(XB i')は、前記のシグモイド関数の微分式f'(X)に、前記ステップS3で求めたニューロンNB iの荷重和XB i' = Σ(XA i × Wi i)を代入し、これにステップS8で求めた誤差Ebiを乗算する式である。これで中間層Bの各ニューロンNB iの学習信号DB iが算出される。

【0030】ステップS9では、同様にして入力層Aの各ニューロンNA iが負うべき誤差Eaiを求めて学習信号DA iを算出する。すなわち、(5), (6)式と同様な次の(7), (8)式を用いる。

$$Eai = \sum (Wj i \times DB i) \dots (7)$$

$$DA i = Eai \times f'(XA i) \dots (8)$$

【0031】図9を参照する。入力層AのニューロンNA iが負うべき誤差Eaiは、ニューロンNA iと中間層BのニューロンNB i (i = 1~m)とをつなぐシナプス結合の重みWi i (2文字目のi = 1~m)と、ステ

ップS8で算出したニューロンNB<sub>i</sub>の学習信号DB<sub>i</sub> (i=1~m)との荷重和で得られる。そして、学習信号DA<sub>i</sub>は得られた誤差E<sub>ai</sub>に、シグモイド関数の微分f'(X<sub>AI</sub>)、ただし、X<sub>AI</sub>は、ニューロンX<sub>AI</sub>に入力されたヒストグラムデータ(濃度値×カウント数)の値を\*

$$\Delta W_{ii}(n+1) = \alpha (DB_i \times X_{Ai}) + \beta (\Delta W_{ii}(n)) \cdots (9)$$

この(9)式において、符号nは変更回数を示し、 $\alpha$ は任意に設定される学習定数、 $\beta$ は任意に設定される安定化定数を示す。 $\Delta W_{ii}(n+1)$ は今回変更する重みの値を示し、 $\Delta W_{ii}(n)$ は前回変更された重みの値を示して

いる。いま、1回目の学習であるから前回変更した重み※

$$\Delta W_{ji}(n+1) = \alpha (DC_i \times XB_i) + \beta (\Delta W_{ji}(n)) \cdots (10)$$

この(10)式も同様で、中間層BのニューロンNB<sub>i</sub>と出力層CのニューロンNC<sub>i</sub>とをつなぐシナプス結合の重みW<sub>ji</sub>は、 $\alpha (DC_i \times XB_i)$ で算出される値に変更される。

【0034】以上のようにして、各層のニューロン同士を結合するシナプス結合の重みを1回変更することで1回の学習が終了する。2回目の学習では、上記の処理によって得られた重みの値が(9)、(10)式の $\Delta W_{ii}(n)$ 、 $\Delta W_{ji}(n)$ に代入されて計算される。これを多数回繰り返す過程で、誤差E<sub>ai</sub>、E<sub>bi</sub>、E<sub>ci</sub>の値を監視し、誤差の値が少なくなるように、(9)、(10)式の $\alpha$ 、 $\beta$ を設定する。

【0035】前述したように、この学習の目的は、あらゆるパターンの濃度ヒストグラムに対しても一律に最適なWW、WLを設定することにある。したがって、複数枚の異なる濃度ヒストグラムで表される画像を用意し、これらの画像を多数回にわたって学習させ、最終的なシナプス結合の重みW<sub>ii</sub>、W<sub>ji</sub>を決定する。このとき、異なる画像の入力順序を夫々変えて学習させるのが望ましい。例えば、10枚の画像を次々に入力してそれぞれ1回の学習を終えると、2回目の学習の際には10枚の画像の並びを変えて入力する。これは、ニューラルネットワーク3が画像の並びを学習し、それに合わせてシナプス結合の重みを決定してしまうからである。

【0036】実際に、学習されたニューラルネットワーク3を用いて画像のコントラスト調整を行う場合には、濃度値が異なる画像がランダムに入力される場合も想定しなければならない。そのためにも、画像の並びを変えて学習させるのが好ましい。本発明者は、この学習について、異なる撮像方法、異なる撮像パラメータで撮像されたMRI画像を206枚用意し、それぞれの画像の並びを変えながら3万回の学習を行った。その結果、設定されたシナプス結合の重みW<sub>ii</sub>、W<sub>ji</sub>を用いることで、濃度値が異なる画像をランダムに入力しても、それぞれが平均的に適切なコントラストが得られた。

【0037】さて、学習処理が終了、ニューラルネットワーク3のシナプス結合の重みW<sub>ii</sub>、W<sub>ji</sub>が決定されると、そのニューラルネットワーク3を用いて実際の

\*乗算して得られる。

【0032】ステップS10では、上記算出した学習信号とニューロン値とを用いてシナプス結合Cの重みW<sub>ii</sub>、W<sub>ji</sub>を変更する。重みの変更には次の(9)、(10)式を用いる。

※の値はなく、 $\Delta W_{ii}(n)$ は零である。すなわち、入力層AのニューロンNA<sub>i</sub>と中間層BのニューロンNB<sub>i</sub>とをつなぐ重みW<sub>ii</sub>は、 $\alpha (DB_i \times X_{Ai})$ で算出される値に変更される。

【0033】

画像のコントラスト調整を行う(前述の符号(B)で記述した処理)。【B-1】まず、表示画像のデータを図1に示したヒストグラム作成手段2に入力して規格化された濃度ヒストグラムを作成し、これをニューラルネットワーク3に入力する。

【0038】【B-2】ニューラルネットワーク3は、図5に示したフローチャートのステップS2からステップS4までの処理を実行し、出力層CのニューロンNC<sub>1</sub>、2の値、XC<sub>1</sub>、XC<sub>2</sub>を求める。このニューロン値XC<sub>1</sub>、XC<sub>2</sub>がWW、WLの値となる。図5に示したフローチャートのステップS6で、専門家によるw<sub>w</sub>、w<sub>l</sub>の値を出力層CのニューロンNC<sub>1</sub>、NC<sub>2</sub>に入力したが、このとき、ニューロンNC<sub>1</sub>にw<sub>w</sub>を入力して学習すれば、ニューロンNC<sub>1</sub>の値XC<sub>1</sub>が求めるWWになり、ニューロンNC<sub>2</sub>の値XC<sub>2</sub>が求めるWLの値になる。

【0039】しかし、ここで求められたWW、WLは規格された濃度ヒストグラムに対するWW、WLである。実際にCRTディスプレイ6に表示される画像はこのような濃度ヒストグラムの規格化が行われていないので、前記求めたWW、WLをそれに対応できるように変換する。次の(11)、(12)式を用いて行う。

$$WW' = WW (X_2 - X_1) \cdots (11)$$

$$WL' = WL (X_2 - X_1) + X_1 \cdots (12)$$

【0040】上式の符号X<sub>1</sub>、X<sub>2</sub>は図3の(a)に示した濃度値の最小値と、最大値のことである。ヒストグラム作成手段1では、規格化するために濃度ヒストグラムの最小値と最大値の幅「X<sub>2</sub>-X<sub>1</sub>」を「1-0=1」に設定したので、これを元に戻すため、得られたWWに(X<sub>2</sub>-X<sub>1</sub>)を乗算する。その値WW'が実際の画像に対するウィンドウ・ウィドウスとなる。WLに対しても同様に(X<sub>2</sub>-X<sub>1</sub>)を乗算し、さらにX<sub>1</sub>を加算する。これは図3(b)に示すようにX<sub>1</sub>を「0」に規定しており、これを補正するためにX<sub>1</sub>を加算する。得られた値WL'が実際の画像に対するウィンドウ・レベルである。

【0041】先程、本発明者はMRI画像を206枚用意し、それぞれの画像の並びを変えながら3万回の学習を

行った旨記載したが、さらに、このニューラルネットワーク3を用いて実際の画像のWW'、WL'とを求めたときの処理時間を参考までに以下に記載しておく。画素数128×128のサイズの画像では約0.29秒、256×256のサイズの画像も同じく0.29秒、512×512のサイズの画像では約0.43秒である。このような短い時間で、平均的に適切なWW'とWL'が得られた。

【0042】得られたWW'、WL'は、図1に示したコントラスト設定部6に送られる。コントラスト設定部5は入力画像に対してそのWW'、WL'を設定してCRTディスプレイ7に出力表示する。

【0043】表示された画像を医者や術者が見て、さらにコントラスト調整が必要と判断されれば、従来例に記載したように手動による微調整が行われるが、微調整の必要が特になければ、全くの手動操作なしのコントラスト自動設定となる。また、微調整するにしても、平均的に適切なコントラスト調整が予め行われた状態なので、その操作は容易になる。

【0044】

【発明の効果】以上の説明から明らかなように、この発明の医療用画像表示装置は、多種多様の画像の濃度ヒストグラムに基づく学習によってニューラルネットワークの荷重を決定し、決定した荷重を用いて画像の濃度ヒストグラムデータを荷重と計算して、コントラスト設定のパラメータであるウィンドウ・ウィドウスとウィンドウ・レベルとを得るようにした。したがって、異なる濃度ヒストグラムで表される画像に対してもそれぞれに適切なウィンドウ・ウィドウスとウィンドウ・レベルが得られる。従来のように、画像の種類に応じた評価式を導く必要もなく、また、多種多様の画像の濃度ヒストグラム\*30

\*に基づく学習を行っているので、新たな種類の画像にも即座に対応して適切なコントラストを自動設定することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一実施例に係る医療用画像表示装置の概略的な構成を示したブロック図である。

【図2】ニューラルネットワークの構成を概念的にモデル化した図である。

【図3】濃度ヒストグラムの規格化処理を説明する図である。

【図4】同じく濃度ヒストグラムの規格化処理を説明する図である。

【図5】1回の学習処理の流れを示したフローチャートである。

【図6】図5に続くフローチャートである。

【図7】ニューラルネットワークの構成の一部を概念的にモデル化した図である。

【図8】バックプロパケーション法による学習の様子を示したニューラルネットワークのモデル図である。

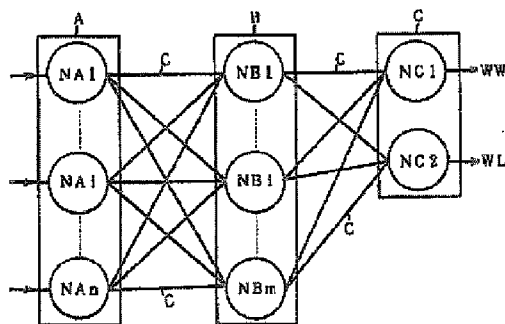
【図9】同じく、バックプロパケーション法による学習の様子を示したニューラルネットワークのモデル図である。

【図10】従来技術において、画像のコントラスト調整のパラメータであるウィンドウ・ウィドウスとウィンドウ・レベルとを説明する濃度ヒストグラムである。

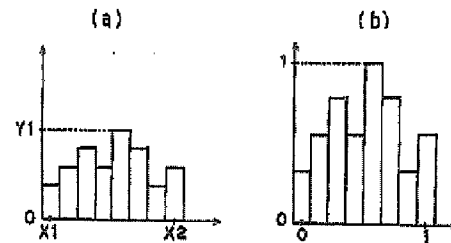
【符号の説明】

- 1・・・画像診断機器
- 2・・・ヒストグラム作成手段
- 3・・・ニューラルネットワーク
- 5・・・学習手段

【図2】

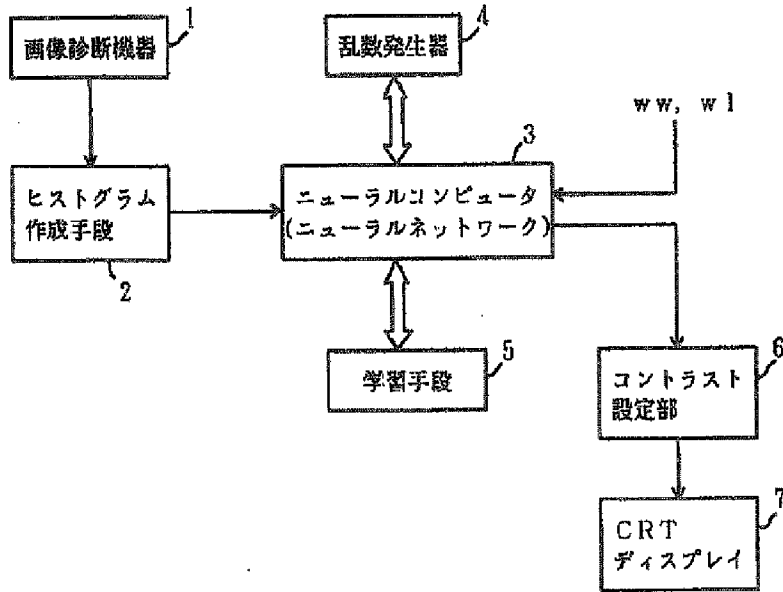


【図3】

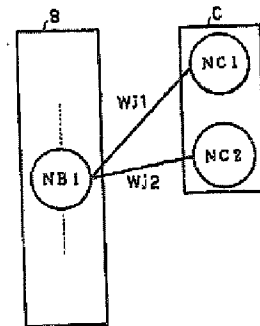




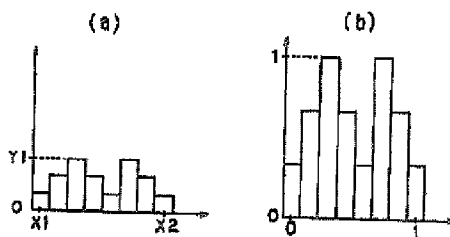
【図1】



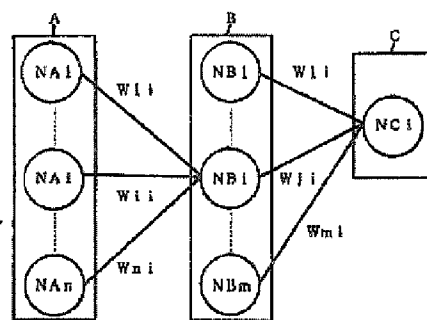
【図8】



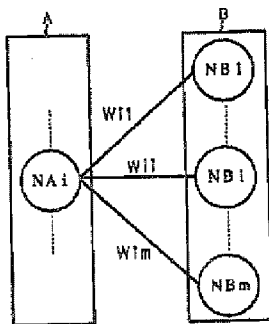
【図4】



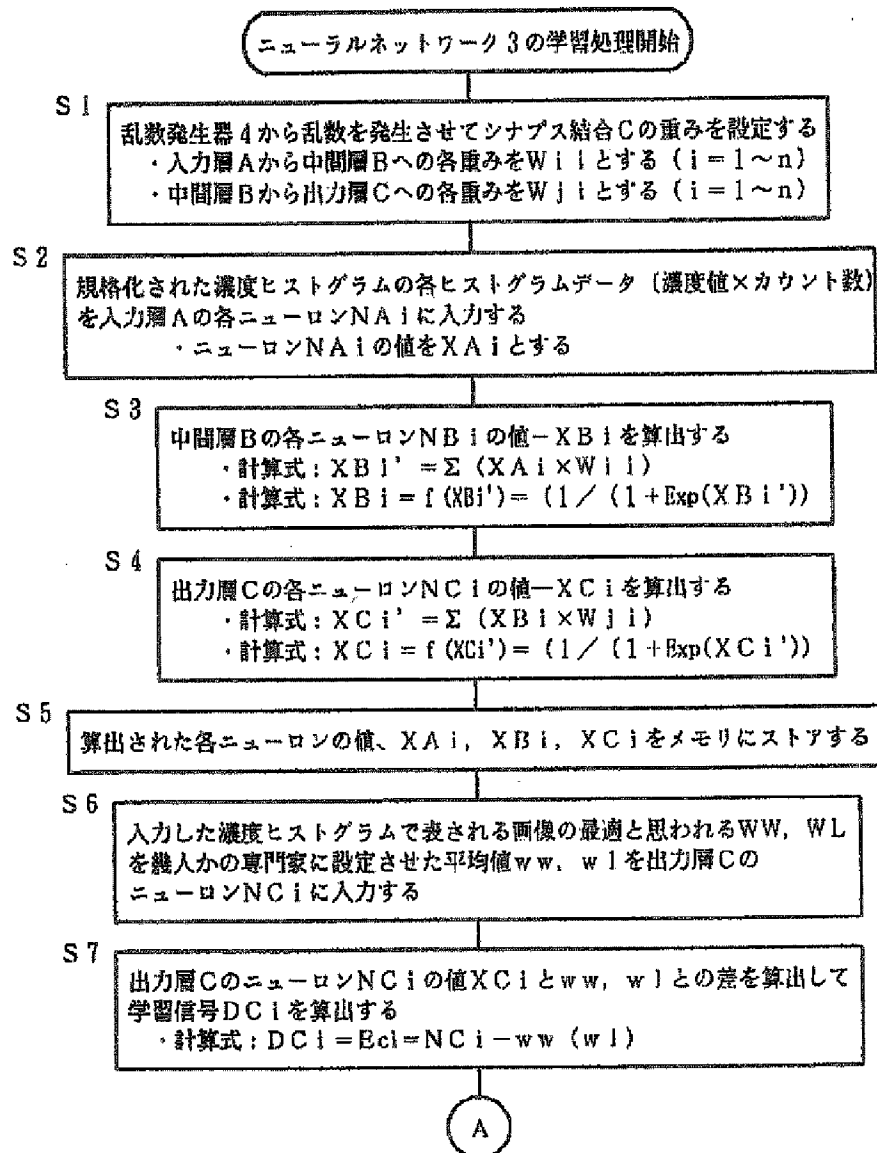
【図7】



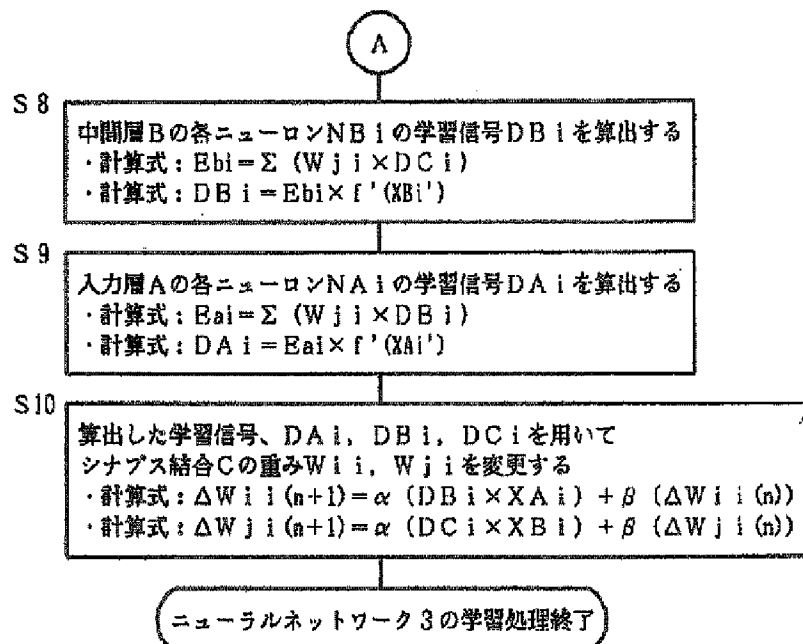
【図9】



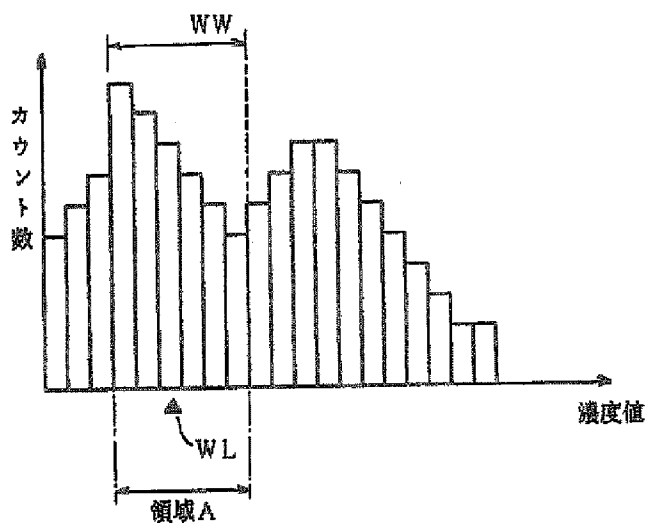
【図5】



【図6】



【図10】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.

G 0 6 F 15/62

識別記号 庁内整理番号

3 9 0 B 9287-5L

F I

技術表示箇所